

Skip car

Charge
hoppers

$\sim 200^{\circ}\text{C}$

$\sim 700^{\circ}\text{C}$

CO_2

Alternating
layers of
iron ore and
coke

$\sim 1200^{\circ}\text{C}$

Heat
absorption
zone

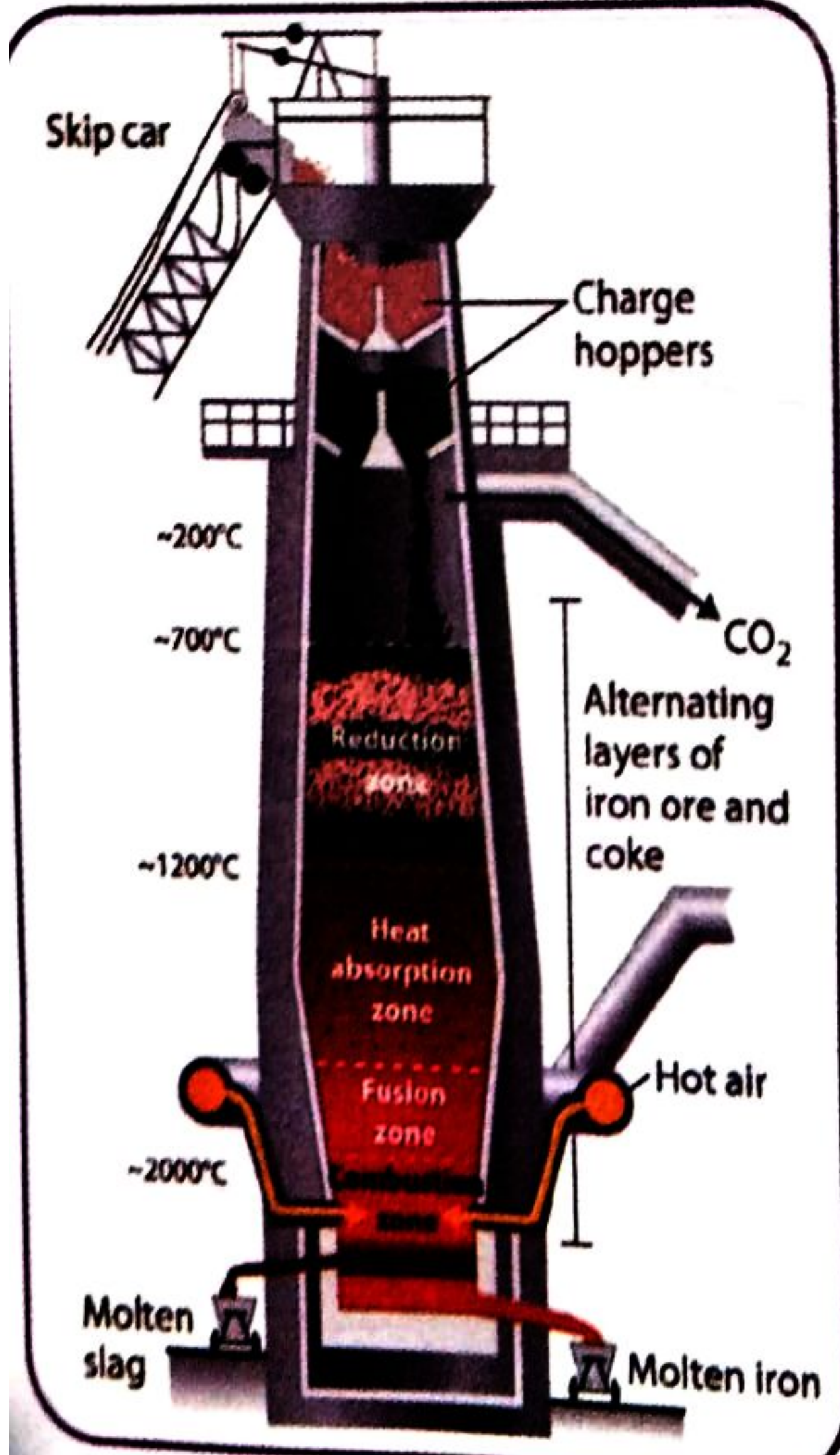
Fusion
zone

Hot air

$\sim 2000^{\circ}\text{C}$

Molten
slag

Molten iron



تحليل الأملاح

تعريف الملح : هو المادة الناتجة من تفاعل حمض مع قلوي .

تركيب الملح :

② شق حامضي (-) : الأنيون

① شق قاعدي (+) : الكاتيون



بعض القواعد الخاصة بذوبان الأملاح : (هامه جدا جدا)

- ① جميع أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم والنترات والبيكربونات تذوب في الماء .
- ② جميع أملاح الكبريتات تذوب في الماء ما عدا :
(كبريتات الرصاص والباريوم والامستراتشيوم والكالسيوم والزنك والفضة)
- ③ أملاح الكبريتات التي تذوب في الماء و تذوب في الأحماض المخففة .
- ④ جميع أملاح الأسيتات تذوب في الماء ما عدا : (أسيتات الفضة فإنها شحيحة الذوبان في الماء) .
- ⑤ جميع أملاح الكربونات لا تذوب في الماء ما عدا : (كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم) .
- ⑥ جميع أملاح الكربونات تذوب في جميع الأحماض المخففة .

(علل) يمكن التمييز بين كربونات الصوديوم وكربونات الماغنسيوم بالماء ؟

لأن كربونات الصوديوم تذوب في الماء بينما كربونات الماغنسيوم لا تذوب في الماء

أولاً: الفرق بين قوة الحمض واستقرار (ثبات) الحمض:

ثبات الحمض	قوة الحمض
هو مدى عدم تفكك الحمض إلى مكوناته (الأكسيد الحامضي والماء)	هي قابلية الحمض للتأين إلى (أيونات الهيدروجين الموجبة والأيونات السالبة)
حمض الكبريتيك : لا يتحلل إلى مكوناته بسهولة وهي ثالث أكسيد الكبريت والماء (حمض ثابت)	حمض الكبريتيك : يتأين كلياً في الماء ليعطي كمية كبيرة من أيونات الهيدروجين (حمض قوي)
حمض الكربونيك : يتحلل إلى مكوناته بسهولة وهي ثاني أكسيد الكربون والماء (حمض غير ثابت)	حمض الكربونيك : تأينه غير تام وبالتالي يعطي كمية قليلة من أيونات الهيدروجين (حمض ضعيف)
ملحوظة: يزداد ثبات الحمض كلما زادت درجة غليانه	

ثانياً: تقسيم الأحماض حسب الاستقرار (تبعاً للثبات إلى ثلاث مجموعات) :

① أحماض ضعيفة الثبات وضعيفة الاستقرار:

مثال لملاح من أملاح الحمض	أميون الحمض	صيغة الحمض
Na_2CO_3 NaHCO_3	كربونات صوديوم بيكربونات صوديوم	CO_3^{2-} HCO_3^-
Na_2SO_3	كبريتيت صوديوم	SO_3^{2-}
Na_2S	كبريتيد صوديوم	S^{2-}
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	ثيوكبريتات صوديوم	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
NaNO_2	نيتريت صوديوم	NO_2^-

② أحماض متوسطة الثبات و متوسطة الاستقرار :

مثال لملاح من أملاح الحمض	أميون الحمض	صيغة الحمض
NaCl	كلوريد صوديوم	Cl^-
NaBr	بروميد صوديوم	Br^-
NaI	يوديد صوديوم	I^-
NaNO_3	نيتريت صوديوم	NO_3^-

③ أحماض ثابتة مستقرة :

مثال لملاح من أملاح الحمض	أميون الحمض	صيغة الحمض
Na_2SO_4	كبريتات صوديوم	SO_4^{2-}
Na_3PO_4	فوسفات صوديوم	PO_4^{3-}

❗ ملاحظات هامة جداً :

① يمكن لحمض من أحماض المجموعة الثانية أن يطرد حمض من أحماض المجموعة الأولى من أملاحه



② يمكن لحمض من المجموعة الثالثة أن يطرد حمضاً من المجموعة الأولى أو الثانية من أملاحهم .



التحليل الكيميائي

علم الكيمياء التحليلية

يعتبر أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدور كبير في تقدم علم الكيمياء وتطور المجالات العلمية المختلفة

مثل : الطب والزراعة والصناعات الغذائية والبيئية وغيرها

اهمية التحليل الكيميائي في المجالات المختلفة

مجال الطب

① يعتمد تشخيص الأمراض على التحليل الكيميائي فتقدير نسبة السكر والزال والبولين والكوليسترول وغيرها تسهل

مهمة الطبيب في التشخيص والعلاج

② تقدير كمية المكونات الفعالة في الدواء

مجال الزراعة

معرفة خواص التربة من حيث الحموضة والقاعدية ونوع ونسب العناصر الموجودة بها وبالتالي معالجتها عن طريق

إضافة الأسمدة المناسبة

مجال الصناعة

يستخدم في تحديد مدى مطابقة الخامات والمنتجات للمواصفات القياسية .

في مجال خدمات البيئة

① معرفة وقياس محتوى المياه والأغنية من الملوثات البيئية الضارة.

② تحديد نسب غازات أول أكسيد الكربون وثنائي أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين في الجو

أنواع التحليل الكيميائي

التحليل الكمي

يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة

التحليل الكيفي (الوصفي)

يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية أم مخلوط من عدة مواد

(علل) لابد من إجراء التحليل الكيفي أولاً قبل التحليل الكمي ؟

لمعرفة المكونات الأساسية للمادة وبالتالي تحديد أنسب الطرق لتحليل الكمي لها .

قناة العباقرة ٣ ث

علي تطبيق Telegram

رابط القناة @taneasnawe



أولاً : التحليل الكيميائي الوصفي أو الكيفي أو النوعي

تعريف التحليل الكيميائي الكيفي : عبارة عن سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجري للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات .

الهدف منه :

يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملح بسيطاً) أو مخلوط من عدة مواد

في حالة المادة النقية : يمكن التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية مثل درجة الحرارة ودرجة الغليان والكتلة المولية
في حالة المخلوط : يجب أولاً فصل المواد النقية كل على حده ثم تكشف عنها بالطرق الكيميائية باستخدام الكواشف المناسبة

أنواع التحليل الكيميائي الكيفي:

تحليل المركبات غير العضوية	تحليل المركبات العضوية
يتم فيها التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب غير العضوي وتشمل الكاتيونات (الشق القاعدي) والأيونات (الشق الحامضي)	يتم فيها الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب

سنكتفي بدراسة التحليل الكيفي على الكشف عن الكاتيونات والأيونات في المركبات غير العضوية .

أولاً : الكشف عن الأنيونات (الشق الحامضي)

نتيجة إختلاف الأحماض في درجات غليانها فإنها تختلف في درجة ثباتها (تطايرها) فكلما ارتفعت درجة غليان حمض بالنسبة للآخر كلما ارتفعت درجة ثباته ويكون أقل تطايراً والعكس صحيح .

لاحظ أن : يتناسب ثبات الحمض طردياً مع درجة غليانه وعكسياً مع تطايره

يمكن تقسيم الأنيونات إلى ثلاثة مجموعات لكل منها كاشف:

- ① مجموعة أنيونات يمكن استخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف في الكشف عنها.
- ② مجموعة أنيونات يمكن استخدام حمض الكبريتيك المركز للكشف عنها.
- ③ مجموعة أنيونات يمكن استخدام محلول كلوريد الباريوم للكشف عنها.

أولاً : مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

الجدول التالي يوضح أنيونات مجموعتي حمض الهيدروكلوريك والحمض المشتق منها الأنيون :

النيتريت NO_2^-	الثيوكبريتات $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	الكبريتيد S^{2-}	الكبريتيت SO_3^{2-}	البكربونات HCO_3^-	الكربونات CO_3^{2-}	الأنيون
النيتروز HNO_2	الثيوكبريتيك $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	الهيدروكبريتيك H_2S	الكبريتوز H_2SO_3	الكربونيك H_2CO_3		الحمض المشتق منه

(علل) يستخدم حمض الهيدروكلوريك في الكشف عن 6 أنيونات على الرغم أنه أكثر ثباتاً من 5 أحماض ؟

لأن الكربونات والبيكربونات مشتقة من حمض واحد وهو حمض الكربونيك .

الأساس العلمي للكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك

الحمض الأكثر ثباتاً (أقل تطايراً وإحلالاً) يطرد الحمض الأقل ثباتاً (الأكثر تطايراً وإحلالاً) من أملاحه
 حمض أكثر ثباتاً + ملح حمض \longrightarrow ملح الحمض الأكثر ثباتاً + الحمض الأقل ثباتاً

وحمض الهيدروكلوريك أثبت من الأحماض التي اشتقت منها هذه الأنيونات وعند تفاعل الحمض مع أملاح هذه الأنيونات فإن حمض الهيدروكلوريك وهو الأكثر ثبات يطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً والسهلة التطاير أو الإحلال على هيئة غازات يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب ويفضل التسخين الهين .

(علل) لا يتفاعل حمض الهيدروكلوريك المخفف مع كبريتات الصوديوم ؟

لأن حمض الهيدروكلوريك أقل ثباتاً من حمض الكبريتيك فلا يمكن طرده من محاليل أملاحه .

(علل) يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف ككاشف عن أنيون النيتريت ؟

لأن حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من حمض النيتروز المشتق منه أنيون النيتريت .

(علل) يفضل التسخين الهين عند الكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك وحمض الكبريتيك ؟

ليساعد على طرد الغازات.

مجموعة الكربونات $(CO_3)^{2-}$

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب
الملاحظة	يحدث فوران ويتصاعد غاز CO_2 يعكر ماء الجير عند إمراره فيه لمدة قصيرة
المعادلات	$Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$ $CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{\text{مدة قصيرة}} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$

التجربة التأكيدية	إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول الملح
الملاحظة	يتكون راسب أبيض على البارد علل؟ لتكون كربونات الماغنسيوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك
المعادلات	$Na_2CO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + MgCO_{3(s)}$ $MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

مجموعة البيكربونات $(\text{HCO}_3)^-$

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب
الملاحظة	يحدث فوران ويتصاعد غاز CO_2 الذي يعكر ماء الجير عند إمراره فيه لمدة قصيرة
المعادلات	$\text{NaHCO}_3(s) + \text{HCl}_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$

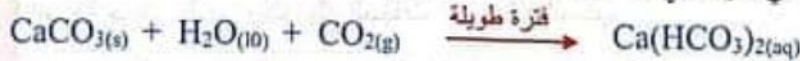
التجربة التأكيدية	إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول الملح
الملاحظة	يتكون راسب أبيض بعد التسخين علل لتكون كربونات الماغنسيوم تذوب في حمض الهيدروكلوريك
المعادلات	$2\text{NaHCO}_3(aq) + \text{MgSO}_4(aq) \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(aq) + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2(aq)$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2(aq) \xrightarrow{\Delta} \text{MgCO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$

(علل) لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف في التمييز بين أملاح الكربونات وأملاح البيكربونات ؟

لأن النواتج متماثلة في الحالتين وهي حدوث فوران وتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون يعكر ماء الجير لفترة قصيرة حيث أنها ملحان النفس الحمض (حمض الكربونيك) لذلك يستخدم ملح كبريتات الماغنسيوم .

(علل) يتعكر ماء الجير عند إمرار ثاني أكسيد الكربون فيه لمدة قصيرة ويزول التعكير عند إمراره لمدة طويلة ؟

لأن عند إمراره لمدة قصيرة تتكون كربونات الكالسيوم التي لا تذوب في الماء وعند إمراره لمدة طويلة تتكون بيكربونات الكالسيوم التي تذوب في الماء تبعا للمعادلة التالية :



تدريب

① وضح بالمعادلة الكيميائية أثر الحرارة على بيكربونات الماغنسيوم .

② كيف تحصل على بيكربونات الكالسيوم من كربونات الكالسيوم .



@TANEASNAWE

مجموعة الكبريتيت SO_3^{2-}

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب
الملاحظة	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) له رائحة نفاذة ويخضر لون ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك علل ؟ لتكون كبريتات الكروم III (خضراء).
المعادلات	$Na_2SO_3(s) + 2HCl(aq) \xrightarrow{\Delta} 2NaCl(aq) + H_2O(l) + SO_2(g)$ $K_2Cr_2O_7(aq) + 3SO_2(g) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow K_2SO_4(aq) + Cr_2(SO_4)_3(aq) + H_2O(l)$

التجربة التأكيدية	إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح
الملاحظة	يتكون راسب أبيض من كبريتات الفضة يسود بالتسخين.
المعادلات	$Na_2SO_3(aq) + 2AgNO_3(aq) \longrightarrow Ag_2SO_3(s) + 2NaNO_3(aq)$

(علل) تخضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة عند تعرضها لغاز ثاني أكسيد الكبريت ؟

لأن غاز ثاني أكسيد الكبريت عامل مختزل يختزل ثاني كرومات البوتاسيوم لتتكون كبريتات الكروم III خضراء اللون.

(علل) كبريتات الكروم III خضراء اللون ؟

لأنها تمتص اللون الأحمر من الضوء الأبيض فتبدو للعين باللون المتمم وهو اللون الأخضر.

مجموعة الكبريتيد S^{2-}

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب
الملاحظة	يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) له رائحة كريهة و يسود لون ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص II علل ؟ لتكون كبريتيد الرصاص II .
المعادلات	$Na_2S(s) + 2HCl(aq) \xrightarrow{\Delta} 2NaCl(aq) + H_2S(g)$ $(CH_3COO)_2Pb(aq) + H_2S(g) \longrightarrow 2CH_3COOH(aq) + PbS(s)$

التجربة التأكيدية	إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح.
الملاحظة	يتكون راسب أسود علل ؟ لتكون كبريتيد الفضة سوداء اللون .
المعادلات	$Na_2SO_3(aq) + 2AgNO_3(aq) \longrightarrow Ag_2SO_3(s) + 2NaNO_3(aq)$

(علل) يستخدم محلول نترات الفضة في التمييز بين محلولي كبريتيد الصوديوم وكبريتيت الصوديوم ؟

لأنه يتفاعل مع كلا منهما ويعطي مع محلول كبريتيد الصوديوم راسب اسود من كبريتيد الفضة ويعطي مع محلول كبريتيت الصوديوم راسب ابيض من كبريات الفضة يسود بالتسخين .

(علل) لا يفضل استخدام حامض الشم في الكشف عن غازي ثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين ؟

لأن غاز ثاني أكسيد الكبريت له رائحة نفاذة بينما عار كبريتيد الهيدروجين له رائحة كريهة .



مجموعة الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب .
الملاحظة	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) ويظهر راسب أصفر علل ؟ نتيجة تعلق الكبريت في المحلول .
المعادلات	$Na_2S_2O_3(s) + 2HCl(aq) \xrightarrow{\Delta} 2NaCl(aq) + H_2O(l) + SO_2(g) + S(s)$

محلول المود إلى محلول الملح

التجربة التأكيديّة	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب .
الملاحظة	يزول لون محلول اليود البني علل ؟ لتكون محاليل عديمة اللون .
المعادلات	$2Na_2S_2O_3(aq) + I_2(aq) \longrightarrow Na_2S_4O_6(s) + 2NaI(aq)$ رباعي ثيونات الصوديوم



مجموعة النيتريت NO_2^-

التجربة الأساسية	إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب .
الملاحظة	يتصاعد غاز أكسيد النيتريك (NO) عديم اللون يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البني المحمر علل ؟ لتكون ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)
المعادلات	$NaNO_2(s) + HCl(aq) \xrightarrow{\Delta} NaCl(aq) + HNO_2(aq)$ $3HNO_2(aq) \longrightarrow HNO_3(aq) + H_2O(l) + 2NO(g)$ $2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$

التجربة التأكيديّة	إضافة محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز الى محلول الملح .
الملاحظة	يزول لون محلول البرمنجنات البنفسجي علل ؟ لتكون محاليل عديمة اللون
المعادلات	$5NaNO_2(aq) + 2KMnO_4(aq) + 3H_2SO_4(aq) \longrightarrow 5NaNO_3(aq) + K_2SO_4(aq) + 2MnSO_4(aq) + 3H_2O(l)$

ثانياً : مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

الجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز والحمض المشتق منه الأنيون .

الأنيون	الكلوريد Cl^-	البروميد Br^-	اليوديد I^-	النترات NO_3^-
الحمض المشتق منه	الهيدروكلوريك HCl	الهيدروبروميك HBr	الهيدرويوديك HI	النيتريك HNO_3

الأساس العلمي للكشف عن أنيونات حمض الكبريتيك

يعتمد الكشف على أن حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التي تشتق منها أنيونات المجموعة فعند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى أملاح هذه الأنيونات ثم التسخين تنفصل هذه الأحماض على هيئة غازات يمكن التعرف عليها بالكواشف المناسبة .

أيون الكلوريد Cl^-

التجربة الأساسية	إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب مع التسخين .
الملاحظة	تصاعد غاز كلوريد الهيدروجين (HCl) عديم اللون يكون سحبة بيضاء مع ساق زجاجية مائلة بمحلول النشادر علل ؟ لتكون كلوريد الأمونيوم عديمة اللون
المعادلات	$2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc.} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$ $HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$

التجربة التأكيدية	إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح .
الملاحظة	يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء ويذوب في محلول النشادر المركز لا يذوب في حمض النيتريك المخفف
المعادلات	$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$

(علل) يمكن تقليل الرائحة النفاذة لغاز كلوريد الهيدروجين باستخدام محلول النشادر ؟

لأنه يكون سحب بيضاء مع محلول النشادر على هيئة كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) .

قناة العباقرة ٣

علي تطبيق Telegram

رابط القناة @taneasnawe

تدريب

① كيف تحصل على كلوريد الأمونيوم من كلوريد الصوديوم .

② كيف تحصل على كلوريد الفضة من كلوريد الصوديوم .



أيون البروميد Br^-

إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب مع التسخين .	التجربة الأساسية
يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك مكوناً أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب اصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا	المشاهدة
$2\text{NaBr}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc.}} \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + 2\text{HBr}_{(g)}$ $2\text{HBr}_{(g)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow{\text{conc.}} 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{SO}_{2(g)} + \text{Br}_{2(v)}$	المعادلات

إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح .	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يصير داكناً عند تعرضه للضوء ويذوب ببطء في محلول النشا المركز .	المشاهدة
$\text{NaBr}_{(aq)} + \text{AgNO}_{3(aq)} \longrightarrow \text{NaNO}_{3(aq)} + \text{AgBr}_{(s)}$	المعادلات

(علل) تتصاعد أبخرة برتقالية حمراء عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع بروميد الصوديوم والتسخين ؟

بسبب تأكسد جزء من غاز بروميد الهيدروجين HBr المتصاعد بواسطة حمض الكبريتيك المركز مكوناً أبخرة البروم التي تظهر بلونها البرتقالي .

أيون اليوديد I^-

إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب مع التسخين .	التجربة الأساسية
يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك مكوناً أبخرة اليود البنفسجية والتي تتركز ورقة مبللة بمحلول النشا .	المشاهدة
$2\text{KI}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc.}} \text{K}_2\text{SO}_{4(aq)} + 2\text{HI}_{(g)}$ $2\text{HI}_{(g)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(l)} \xrightarrow{\text{conc.}} 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{SO}_{2(g)} + \text{I}_{2(v)}$	المعادلات

إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح	التجربة التأكيدية
يتكون راسب اصفر من يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشا	المشاهدة
$\text{NaI}_{(aq)} + \text{AgNO}_{3(aq)} \longrightarrow \text{NaNO}_{3(aq)} + \text{AgI}_{(s)}$	المعادلات

(علل) تتصاعد أبخرة بنفسجية عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع يوديد الصوديوم والتسخين ؟

بسبب تأكسد جزء من غاز يوديد الهيدروجين HI المتصاعد بواسطة حمض الكبريتيك المركز مكوناً أبخرة اليود التي تظهر بلونها البنفسجي .

أيون النترات NO_3^-

إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب مع التسخين .	التجربة الأساسية
تتصاعد أبخرة بنية حمراء من غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) لإحلال حمض النيتريك الناتج و تزداد كثافتها عد إضافة القليل من خراطه النحاس الى خليط التفاعل .	المشاهدة
$2\text{NaNO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \xrightarrow[\Delta]{\text{conc.}} \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{HNO}_3(\text{aq})$ $4\text{HNO}_3(\text{l}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $4\text{HNO}_3(\text{l}) + \text{Cu}(\text{s}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NO}_2(\text{g})$	المعادلات

اختبار الحلقة البنية :إضافة محلول من كبريتات الحديد II - حديث التحضير - إلى محلول الملح ثم إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار .	التجربة التأكيدية
تتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحلول التفاعل تزول بالرج أو التسخين .	المشاهدة
$2\text{NaNO}_3(\text{aq}) + 6\text{FeSO}_4(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \xrightarrow{\text{conc.}}$ $3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NO}(\text{g})$ $\text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) \longrightarrow \text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}(\text{s})$	المعادلات

رمز الحلقة البنية

(علل) تزداد أبخرة ثاني أكسيد النيتروجين البنية إذا أضيف للتفاعل خراطة النحاس ؟

بسبب تفاعل خراطة النحاس مع حمض النيتريك المركز المتكون مكونة المزيد من غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 البني المحمر .

(علل) في تجربة الحلقة البنية تضاف كبريتات الحديد II حديثة التحضير ؟

حتى لا تتأكسد كبريتات الحديد II بأكسجين الهواء الجوي متحولة إلى كبريتات الحديد III .

(علل) لا يفضل التسخين في تجربة الحلقة البنية ؟

لأن مركب الحلقة البنية $\text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}$ يزل بالتسخين وبالتالي لا تتكون الحلقة البنية .

تدريب

① كيف تميز عمليا بين أبخرة البروم وأبخرة اليود .

② كيف تميز بدون كواشف كيميائية بين كلوريد الفضة وبروميد الفضة .

③ كيف تميز بين غاز بروميد الهيدروجين وغاز يوديد الهيدروجين .

ثالثاً : مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

الجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم والحمض المشتق منه الأنيون .

الكبريتات SO_4^{2-}	الفوسفات PO_4^{3-}	الأنيون
الكبريتيك H_2SO_4	الفوسفوريك H_3PO_4	الحمض المشتق منه



الأساس العلمي للكشف عن أنيونات كلوريد الباريوم

يعتمد الكشف على أن أنيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع أي من حمض HCl المخفف أو حمض H_2SO_4 المركز بينما تعطى محاليل أملاحها راسب أبيض مع محلول كلوريد الباريوم .

أيون الفوسفات PO_4^{3-}

إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الملح .	التجربة الأساسية
يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف .	الملاحظة
$2Na_3PO_{4(aq)} + 3BaCl_{2(aq)} \longrightarrow Ba_3(PO_4)_{2(s)} + 6NaCl_{(aq)}$	المعادلات

إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح .	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك	الملاحظة
$Na_3PO_{4(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 3NaNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$	المعادلات

أيون الكبريتات SO_4^{2-}

إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الملح .	التجربة الأساسية
يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف .	الملاحظة
$Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \longrightarrow BaSO_{4(s)} + 2NaCl_{(aq)}$	المعادلات

إضافة محلول أسيتات (خلات الرصاص II) إلى محلول الملح .	التجربة التأكيدية
يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص II .	الملاحظة
$(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2CH_3COONa_{(aq)} + PbSO_{4(s)}$	المعادلات

(علل) يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف في التمييز بين الراسبين كبريتات الباريوم وفوسفات الباريوم ؟

لأن ملح كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف بينما ملح فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف .

(علل) يستخدم حمض HCl المخفف في الكشف عن أملاح الكبريتيت ولا يستخدم في الكشف عن أملاح الكبريتات

لأنه يتفاعل مع أملاح الكبريتيت (SO_3^{2-}) حيث أنه أكثر ثباتاً من حمض الكبريتول H_2SO_3 ولا يتفاعل مع أملاح الكبريتات (SO_4^{2-}) لأنه أقل ثباتاً من حمض الكبريتيك H_2SO_4 .

(علل) يستخدم محلول النشادر في التمييز بين الراسبين يوديد الفضة وفوسفات الفضة ؟

لأن يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشادر على عكس فوسفات الفضة الذي يذوب في محلول النشادر.

تدريب محلول

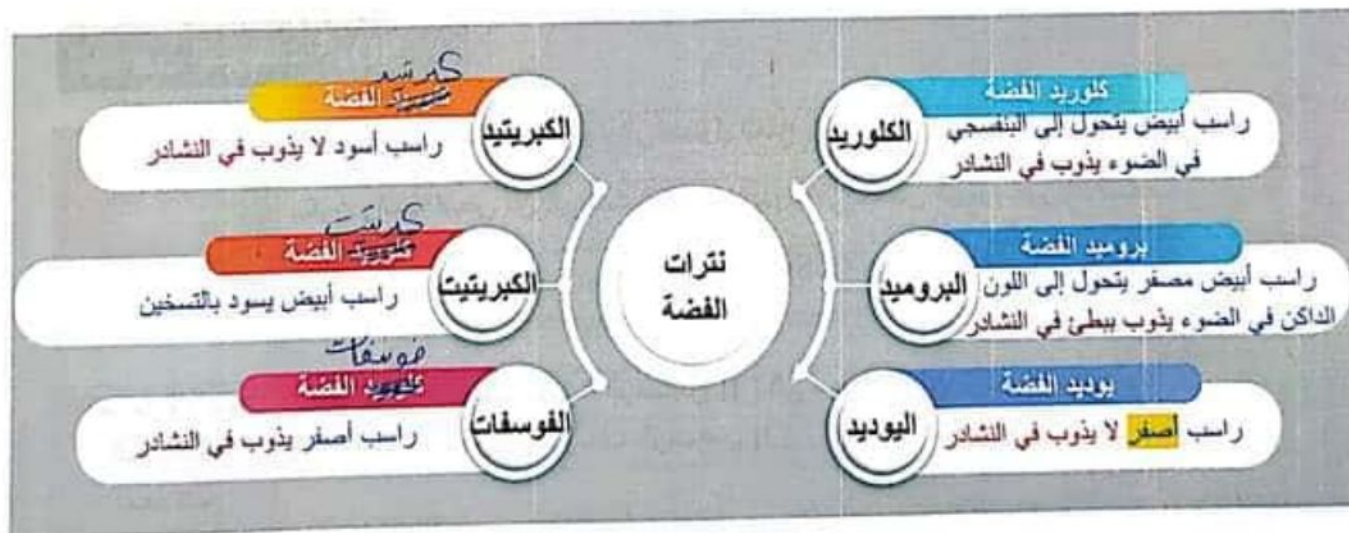
بدون كواشف كيميائية ، كيف تميز عملياً بين كل من .. ؟

① ملح كلوريد الصوديوم و ملح كلوريد الفضة :

طريقة التمييز	كلوريد الفضة	كلوريد الصوديوم
بإضافة الماء إلى كل منهما والرج	لا يذوب	يذوب

② محلول بيكربونات البوتاسيوم و محلول بيكربونات الماغنسيوم :

طريقة التمييز	بيكربونات ماعنسيوم	بيكربونات بوتاسيوم
بتسخين كل منهما تسخيناً شديداً	لا يظهر راسب لتكون كربونات البوتاسيوم التي تذوب في الماء	يظهر راسب أبيض لتكون كربونات الماغنسيوم التي لا تذوب في الماء



ملاحظات على التحليل الكيفي:

- ① أيون الصوديوم وأيون البوتاسيوم ليس لهما كشف كيميائي **علل** ١
- لأن جميع أملاح الصوديوم و البوتاسيوم تذوب في الماء .
- ② يفضل في التحليل الوصفي التعرف على الأنيونات أولا ثم التعرف على الكاتيونات **علل** ٢
- لأنه من معرفة نوع الأنيون الموجود يمكن حصر الكاتيونات المحتمل وجودها في احتمالات قليلة .

تدريب

لديك عينة من مادة ما وتريد تحليلها كيميائية للتوصل إلى صيغتها الجزيئية (إن كانت مركبة) أو الصيغة الجزيئية لكل مركب من المركبات المكونة لها (إن كانت مخلوطا) . ما الذي يجب التعرف عليه لتحقيق ذلك ؟

الإجابة:

لتحقيق ذلك يجب التعرف على :

قناة العباقرة ٣ ث
علي تطبيق Telegram
رابط القناة @taneasnawe

- ① نوع العناصر المكونة للمادة .
- ② نسبة كل عنصر في المادة .
- ③ كيف تترابط العناصر المكونة للمادة مع بعضها



عيب تكون بتذاكر من المذكرة وانت مش في جروب العباقرة ٣



ثانيا : الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي)

(علل) الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيدا من الكشف عن الشق الحامضي ؟

- ① بسبب كثرة الشقوق القاعدية والتداخل فيما بينهم .
- ② قد يوجد الشق القاعدي في أكثر من حالة التأكد .

الأساس العلمي للكشف عن الشق القاعدي للملح

- ① تنقسم الشقوق القاعدية إلى ست مجموعات تسمى المجموعات التحليلية .
- ② يعتمد تقسيم المجموعات التحليلية على : إختلاف ذوبان املاح هذه الفلزات في الماء .
- ③ لكل مجموعة من الشقوق القاعدية كاشف معين يسمى بكاشف المجموعة .

كاشف المجموعة : هو المحلول المستعمل في ترسيب كاتيونات المجموعة

وسوف نتناول بعض أمثلة من هذه المجموعات التحليلية :

المجموعة التحليلية	بعض كاتيوناتها	الكاشف العام	ترسب على هيئة
الأولى	① الفضة : Ag^+ ② الزئبق : Hg^+ ③ الرصاص : Pb^{+2}	حمض الهيدروكلوريك المخفف	كلوريدات
الثانية	النحاس : Cu^{+2}	غاز كيرتيد الهيدروجين + حمض الهيدروكلوريك	كبريتيدات
الثالثة	① الألومنيوم : Al^{+3} ② الحديد : Fe^{+2} ③ الحديد : Fe^{+3}	هيدروكسيد الأمونيوم	هيدروكسيدات
الخامسة	الكالسيوم : Ca^{+2}	كربونات الأمونيوم	كربونات



أولا : المجموعة التحليلية الأولى

(علل) يستخدم حمض الهيدروكلوريك في كشف عن كاتيونات هذه المجموعة ؟

لأنه يتفاعل مع هذه الكاتيونات مكونا كلوريدات الفلز شحيحة الذوبان في الماء ولها ألوان مميزة .

الكاتيون	كاشف المجموعة	الترسيب	التفسير
① الفضة : Ag^+	حمض الهيدروكلوريك المخفف	ترسب على هيئة كلوريدات	لأن كلوريداتها لا تذوب في الماء
② الزئبق : Hg^+			
③ الرصاص : Pb^{+2}			

ثانياً : المجموعة التحليلية الثانية

(علل) يستخدم غاز كبريتيد الهيدروجين في الكشف عن كاتيونات هذه المجموعة ؟

لأنه يتفاعل مع هذه الكاتيونات مكوناً كبريتيدات الفلز شحيحة الذوبان في الماء ولها ألوان مميزة .

الكاتيون	كاشف المجموعة	الترسيب	التفسير
النحاس II : Cu^{+2}	$H_2S + HCl$	ترسب على هيئة كبريتيدات	لأن كبريتيداتها لا تذوب في الماء

طريقة الكشف :

يتم ذلك بإذابة الملح في الماء ثم إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف لجعل المحلول حامضي ثم يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروجين فتترسب على هيئة كبريتيدات

الكشف عن كاتيون النحاس Cu^{+2}

التجربة الأساسية	محلول ملح النحاس II + كاشف المجموعة ($H_2S + HCl$) .
الملاحظة	تكون راسب اسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب في حمض النيتريك الساخن .
المعادلات	$CuSO_{4(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)} + CuS_{(s)}$

تدريب

كيف تحصل على حمض الكبريتيك بطريقتين مختلفتين . (طريقة باب أول - طريقة باب ثاني)

ثالثاً : المجموعة التحليلية الثالثة

(علل) يستخدم هيدروكسيد الأمونيوم في كشف عن كاتيونات هذه المجموعة ؟

لأنه يتفاعل مع هذه الكاتيونات مكوناً هيدروكسيدات الفلز شحيحة الذوبان في الماء ولها ألوان مميزة .

الكاتيون	كاشف المجموعة	الترسيب	التفسير
① الألومنيوم : Al^{+3}	هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH	ترسب على هيئة هيدروكسيدات	لأن هيدروكسيداتها لا تذوب في الماء
② الحديد II : Fe^{+2}			
③ الحديد III : Fe^{+3}			

الكشف عن كاتيون الألومنيوم Al^{+3}

التجربة الأساسية	إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول الملح .
الملاحظة	يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية .
المعادلات	$Al_2(SO_4)_3(aq) + 6NH_4OH(aq) \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_4(aq) + 2Al(OH)_3(s)$

التجربة التأكيدية	إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الملح .
الملاحظة	يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم علل لتكون ميثا لومينات الصوديوم $NaAlO_2$ الذائبة في الماء .
المعادلات	$Al_2(SO_4)_3(aq) + 6NaOH(aq) \longrightarrow 3Na_2SO_4(aq) + 2Al(OH)_3(s)$ $Al(OH)_3(s) + NaOH(aq) \longrightarrow NaAlO_2(aq) + 2H_2O(l)$

الكشف عن كاتيون الحديد II Fe^{+2}

التجربة الأساسية	إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول الملح .
الملاحظة	يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II بالتعرض للهواء و يذوب في الأحماض
المعادلات	$FeSO_4(aq) + 2NH_4OH(aq) \longrightarrow (NH_4)_2SO_4(aq) + Fe(OH)_2(s)$

التجربة التأكيدية	إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الملح .
الملاحظة	يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II .
المعادلات	$FeSO_4(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + Fe(OH)_2(s)$

الكشف عن كاتيون الحديد III Fe^{+3}

التجربة الأساسية	إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول الملح .
الملاحظة	يتكون راسب بني محمر جيلاتيني من هيدروكسيد الحديد III يذوب في الأحماض
المعادلات	$FeCl_3(aq) + 3NH_4OH(aq) \longrightarrow 3NH_4Cl(aq) + Fe(OH)_3(s)$

التجربة التأكيدية	إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الملح .
الملاحظة	يتكون راسب بني محمر جيلاتيني من هيدروكسيد الحديد III .
المعادلات	$FeCl_3(aq) + 3NaOH(aq) \longrightarrow 3NaCl(aq) + Fe(OH)_3(s)$

ثانياً : المجموعة التالوية الخامسة

(علل) يستخدم محلول كربونات الأمونيوم في الكشف عن كاتيونات هذه المجموعة ؟

لأنه يتفاعل مع هذه الكاتيونات مكوناً كربونات الفلز شحيحة الذوبان في الماء ولها ألوان مميزة .

الكاتيون	كاشف المجموعة	الترسيب	التفسير
الكالسيوم : Ca^{+2}	كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$	ترسب على هيئة كربونات	لأن كربوناتها لا تذوب في الماء

الكشف عن كاتيون الكالسيوم Ca^{+2}

إضافة محلول كربونات الأمونيوم إلى محلول الملح .	التجربة الأساسية
يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب في حمض HCl المخفف ويذوب أيضاً في الماء المحتوي على CO_2 ؟ لعل ؟ لتكون بيكربونات الكالسيوم التي تذوب في الماء .	الملاحظة
$CaCl_{2(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$ $CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$	المعادلات

إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول الملح .	التجربة التأكيدية الأولى
يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم .	الملاحظة
$CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$	المعادلات

تجربة الكشف الجاف : عند تعريض ملح صلب يحتوي على كاتيونات الكالسيوم للمنطقة غير المضئ من لهب بنزن فإنها تتلون بلون أحمر طوبي .	التجربة التأكيدية الثانية
---	---------------------------

تدريب

اكتب الاسم الكيميائي و الصيغة الكيميائية للأملاح التالية من خلال التجارب الموضحة:

① عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الملح يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك وعند إضافة محلول الأمونيا إلى محلول نفس الملح يتكون راسب بني محمر جيلاتيني .

② عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح يتكون غاز عديم اللون يكون سحب بيضاء كثيفة مع غاز النشادر وعند تعريض الملح إلى لهب بنزن غير المضئ يكسب اللهب لون أحمر طوبي .

ثانيا : التحليل الكيميائي الكمي

أولا : تراكمي معرفي لفهم التحليل الكمي

المول والكتلة
الكتلة الذرية أو الجزيئية أو الذرية معبرا عنها بالجراماتالمول وعدد أفوجادرو
كمية المادة التي تحتوى على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات صيغة)المول وحجم الغاز
كتلة 22.4 L من الغاز في الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة (STP)

مثال : في التفاعل التالي :

يلزم 3 مول من الإلكترونات لإختزال 1 مول من أيونات Al^{+3} لتكوين 1 مول من ذرات Al .**الكتلة المولية (g) :** مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام .

بعض المسائل الهامة

مثال 1

[N=14, H=1, O=16]

احسب النسبة المئوية للنيتروجين في مركب نترات الامونيوم (NH_4NO_3)الكتلة المولية من (NH_4NO_3) = $(4 \times 1) + (2 \times 14) + (3 \times 16) = 80 \text{ g}$ كتلة النيتروجين في مول من (NH_4NO_3) = $(2 \times 14) = 28 \text{ g}$ النسبة المئوية للنيتروجين في نترات الامونيوم = $100 \times \frac{28}{80} = 35\%$

مثال 2

[S=32, O=16]

احسب عند جزيئات 6.4 جرام من ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)1 mol (SO_2) = $32 + (2 \times 16) = 64 \text{ g} \longrightarrow 6.02 \times 10^{23}$ جزيء6.4 g \longrightarrow جزيء %

$$\therefore \chi = \frac{6.4 \times 6.02 \times 10^{23}}{64} = 6.02 \times 10^{22} \text{ جزيء}$$

مثال 3

[Na = 23]

قناة العباقرة ٣ ث

علي تطبيق Telegram

رابط القناة @taneasnawe

احسب عدد ذرات الصوديوم الموجودة في 0.2 mol منه .

عدد ذرات الصوديوم = عدد المولات 6.02×10^{23}

$$6.02 \times 10^{23} \times 0.02 =$$

$$= 1.204 \times 10^{23} \text{ ذرة}$$

مثال 4

[C=12, O=16]

احسب حجم 11g من غاز (CO_2) في (STP) .1 mol (CO_2) = $12 + (2 \times 16) = 44 \text{ g} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$ 11 g \longrightarrow L %

$$\therefore \chi = \frac{11 \times 22.4}{44} = 5.6 \text{ L}$$

مثال 5

احسب حجم الأكسجين اللازم لإنتاج 90 g من الماء عند تفاعله مع وبرة من الهيدروجين في (STP)
[H=1, O=16]



$$22.4 \text{ L} \longrightarrow 2 \times (2+16) = 36 \text{ g}$$

$$\chi \text{ L} \longrightarrow 90 \text{ g}$$

$$\therefore \chi = \frac{90 \times 22.4}{36} = 56 \text{ L}$$

مثال 6

[O=16]

احسب كثافة غاز الأكسجين (at STP)

$$1.428 \text{ g/L} = \frac{2 \times 16}{22.4 \text{ L}} = \frac{\text{الكثافة المولية}}{22.4 \text{ L}} = (\text{O}_2) \text{ كثافة غاز}$$

مثال 7

احسب التركيز المولاري لمحلول سكر القصب $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ في الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة 85.5g في 500 mL محلول
[C=12, H=1, O=16]

$$(12 \times 2) + (22 \times 1) + (11 \times 16) = (\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \text{ الكتلة المولية من}$$

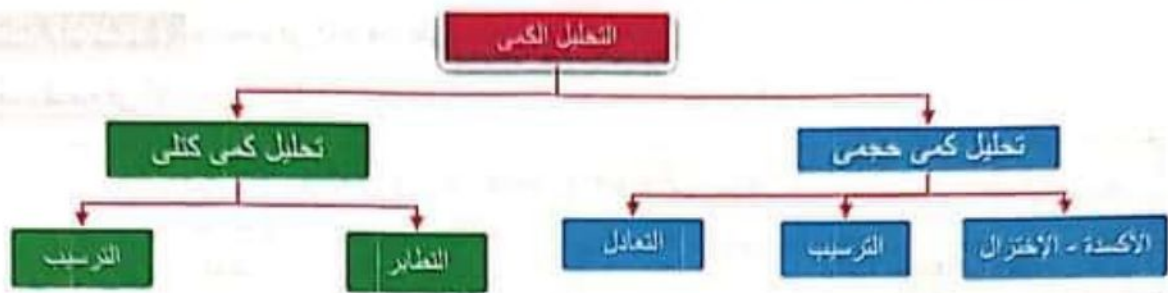
$$0.25 \text{ mol} = \frac{85.5}{342} = (\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \text{ عند مولات}$$

$$0.5 \text{ mol/L} = \frac{0.25}{0.5} = \text{التركيز المولاري للمحلول}$$

$$0.5 \text{ L} = \frac{500}{1000} = (\text{L}) \text{ حجم المحلول}$$



ثانياً : أقسام التحليل الكمي



أولاً : التحليل الكمي الحجمي

الأساس العلمي :

تعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها وذلك بإضافة حجماً معلوماً من المادة المراد تحديد تركيزها إلى محلول من مادة معلومة الحجم والتركيز (المحلول القياسي) حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين .

المحلول القياسي : محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز

لاختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولي المادتين وهذه التفاعلات قد تكون :

① في تفاعلات الأكسدة والاختزال : تستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة

② في تفاعلات الترسيب : تستخدم في تقدير المواد التي يمكن أن تعطى نواتج شحيحة الذوبان في الماء

③ في تفاعلات التعادل : تستخدم في تقدير الأحماض والقلويات (القواعد).

مثال : إذا كانت المادة المراد تقديرها حامضاً يستخدم في المعايرة محلول قياسي من قلوي أو قاعدة هيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم .

وإذا كانت المادة المراد تقديرها ذات خصائص قاعدية يستخدم محلول قياسي معلوم التركيز من الحمض المعايرتها .

المعايرة :

عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتفاعل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز أو : إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز

نقطة نهاية التفاعل (نقطة التعادل) : النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة

وللتعرف على نقطة نهاية التفاعل تستخدم أدلة لتحديد نهاية التفاعل حيث يتغير لونها بتغيير وسط التفاعل

التحليل الكيميائي

الأدلة: هي مواد كيميائية تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل (نقطة التعادل) ويتغير لونها بتغيير وسط التفاعل .

أهمية الدليل (الكاشف): يستخدم في التعرف على نقطة نهاية التفاعل

الأدلة المستخدمة في تفاعلات التعادل:

الدليل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط المتعادل	اللون في الوسط القاعدي	الوسط المستخدم في قياسه
الميثيل البرتقالي	أحمر	برتقالي	أصفر	قاعدة ضعيفة — حمض قوي
الفينولفثالين	عديم اللون	عديم اللون	أحمر	قاعدة قوية - حمض ضعيف
عباد الشمس	أحمر	أرجواني	أزرق	قاعدة قوية — حمض قوي
أزرق بروموتيمول	أصفر	أخضر فاتح	أزرق	قاعدة قوية — حمض قوي

ملاحظات:

للتفرقة بين:

- ① حمض قوي وقاعدة قوية : تصلح جميع الأدلة
- ② حمض ضعيف وقاعدة قوية : يستخدم دليل الفينولفثالين
- ③ حمض قوي وقاعدة ضعيفة : يستخدم دليل الميثيل البرتقالي
- ④ حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة : لا يصلح أي من الأدلة البسيطة المعروفة .

(علل) لا يستخدم محلول قاعدي في التمييز بين دليل عباد الشمس ودليل الأزرق بروموتيمول ؟

لأن كلا منهما لونه أزرق في الوسط القاعدي .

(علل) لا يستخدم محلول حامضي في التمييز بين دليل عباد الشمس ودليل الميثيل البرتقالي ؟

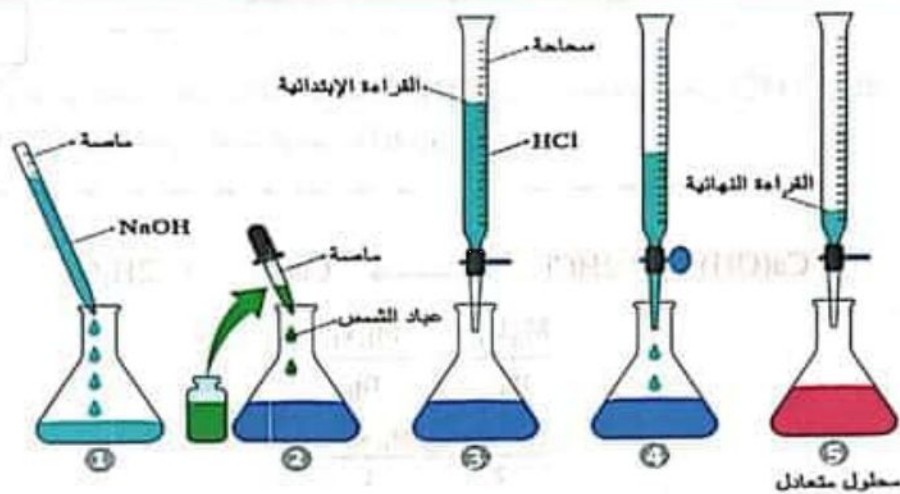
لأن كلا منهما لونه أحمر في الوسط الحامضي .

(علل) لا يمكن الكشف عن الأحماض باستخدام دليل الفينولفثالين ؟

لأنه عديم اللون في الوسط الحامضي والمتعادل

تجربة عملية

تقدير محلول من هيدروكسيد الصوديوم مجهول التركيز مع محلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك



- ① ينقل حجم معلوم (25 ml) من هيدروكسيد الصوديوم إلى دورق مخروطي باستخدام ماصة
- ② يضاف إليه قطرتين من محلول دليل مناسب مثل (محلول عباد الشمس أو أزرق بروموتيمول)
- ③ تملأ السحاحة بالمحلول القياسي من حمض الهيدروكلوريك تركيز (0.1 mol/L)
- ④ يضاف محلول الحمض بالتدريج إلى محلول القلوي حتى يتغير لون الدليل مشيراً إلى نهاية التفاعل (نقطة التعادل) الذي يمكن تمثيله على النحو التالي :



- ⑤ نعين حجم الحمض المضاف من السحاحة وليكن (21 ml)
- من معادلة التفاعل نجد أن : عدد مولات الحمض = عدد مولات القلوي
- لذلك نقوم بالتعويض في العلاقة الآتية لإيجاد تركيز القاعدة :

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

M_a	تركيز الحمض المستخدم (mol/L)	M_b	تركيز القلوي المستخدم (mol/L)
V_a	حجم الحمض المستخدم في المعايرة ml	V_b	حجم القلوي المستخدم في المعايرة ml
n_a	عدد مولات الحمض في معادلة التفاعل المتزنة	n_b	عدد مولات القلوي في معادلة التفاعل

أفكار حل مسائل المعايرة :

- ① كتابة المعادلة موزونة وزناً صحيحاً .
- ② تدوين المعطيات والمطلوب كما بالجدول السابق .
- ③ التعويض في قانون المعايرة . $\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$

مسائل على المعايرة

مثال 1

أجريت معايرة 20 ml من محلول هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 باستخدام حمض HCl (0.05 M) وعند تمام التفاعل استهلك 25 ml من الحمض احسب تركيز Ca(OH)_2



$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.05 \times 25}{2} = \frac{M_b \times 20}{1}$$

$$M_b \text{ (تركيز القلوي)} = 0.03125 \text{ mol/L}$$

مثال 2

احسب حجم حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L اللازم لمعايرة 20 ml من محلول كربونات الصوديوم 0.5 mol/L حتى تمام التفاعل .



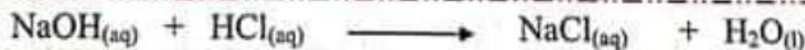
$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times V_a}{2} = \frac{0.5 \times 20}{1}$$

$$V_a \text{ (حجم الحمض)} = 300 \text{ ml}$$

مثال 3

أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 25 ml والتي تستهلك عند معايرة 15 ml من حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L علماً بأن : $[N_a=23, O=16, H=1]$



$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 15}{1} = \frac{M_b \times 25}{1}$$

$$M_b \text{ (تركيز القلوي)} = 0.06 \text{ mol/L}$$

$$\text{الكتلة المولية من } \text{NaOH} = 23+16+1 = 40 \text{ g/mol}$$

$$\text{كتلة المادة (g)} = \text{التركيز} \times \text{الحجم باللتر} \times \text{الكتلة المولية} = 0.06 \text{ g} = 0.6 \times 0.025 \times 40$$

مثال 4

مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكالوريد الصوديوم ، ازم لمعايرة 0.1g منه حتم تمام
التفاعل 10ml من حمض هيدروكلوريك 0.1mol/L ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط - علما بان
[Na=23 , O = 16 , H=1]

$$\text{عدد مولات HCl} = \text{الحجم باللتر} \times \text{التركيز} = 0.1 \times 0.01 = 0.001 \text{ mol}$$



من معادلة التفاعل نجد أن :

$$\therefore \text{عدد مولات NaOH} = \text{عدد مولات HCl}$$

$$\therefore \text{عدد مولات NaOH} = 0.001 \text{ mol}$$

$$\text{الكتلة المولية من NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$$

$$\therefore \text{كتلة NaOH} = \text{عدد مولات} \times \text{الكتلة المولية} = 0.001 \times 40 = 0.04 \text{ g}$$

$$\therefore \text{نسبة NaOH} = 100 \times \frac{0.04}{0.1} = 40\%$$

مثال 5

أنيب 6g من عينة غير نقية من الصودا الكاوية في الماء وأكمل حجم المحلول إلى لتر فإذا تعادل 25ml من هذا
المحلول مع 18ml من محلول حمض الكبريتيك 0.1M احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في العينة علما بأن :
[Na=23 , O = 16 , H=1]



$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 18}{1} = \frac{M_b \times 25}{2}$$

$$M_b (\text{تركيز القلوي}) = 0.144 \text{ mol/L}$$

$$\text{الكتلة المولية من NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$$

$$\text{كتلة المادة (g)} = \text{التركيز} \times \text{الحجم باللتر} \times \text{الكتلة المولية}$$

$$5.76 \text{ g} = 0.144 \times 1 \times 40 =$$

$$\therefore \text{نسبة NaOH} = 100 \times \frac{5.76}{6} = 96\%$$

قناة العباقرة ٣ث

علي تطبيق Telegram

رابط القناة @taneasnawe



ثانياً : التحليل الكمي الكتلي

الأساس العلمي للتحليل الكمي الكتلي :

يعتمد التحليل الكتلي على فصل المكون المراد تقديره، ثم تعيين كتلته باستخدام الحساب الكيميائي يمكن حساب كميته، ويتم فصل هذا المكون بإحدى طريقتين :

② طريقة الترسيب

① طريقة التطاير

أولاً : طريقة التطاير

الأساس العلمي لطريقة التطاير :

تبنى فكرتها على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره وتجرى عملية تقدير كتلته :

① إما بجمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها . ② أو بتعيين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية .

مثال 1

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $\text{BaCl}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ هي 2.6903 g وسخت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها عند 2.2923 g ، احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الكلوريد المتهدرت ،

تم أوجد الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت $[\text{O}=16, \text{H}=1, \text{Cl}=35.5, \text{Ba}=137]$

كتلة ماء التبلر = كتلة العينة قبل التسخين - كتلة العينة بعد التسخين = $2.2923 - 2.6903 = 0.398 \text{ g}$

النسبة المئوية لماء التبلر = $100 \times \frac{0.398}{2.6903} = 14.79 \%$

BaCl ₂	H ₂ O	خطوات الحل
2.2923 g	0.398 g	كتلة المادة
$137 + (2 \times 35.5) = 208$	$2 + 16 = 18$	الكتلة المولية
$0.011 \text{ mol} = \frac{2.2923}{208}$	$0.022 \text{ mol} = \frac{0.398}{18}$	عدد المولات
$1 = \frac{0.011}{0.011}$	$2 = \frac{0.022}{0.011}$	نسبة عدد المولات
$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		الصيغة الجزيئية

حل آخر :

1 mol BaCl₂ —————→ X mol H₂O

208 g —————→ 18 X g

2.2923 g —————→ 0.398 g

عدد مولات جزيئات ماء التبلر (X) = $\frac{0.398 \times 208}{2.2923 \times 18} = 2 \text{ mol}$

$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

الصيغة الجزيئية للمركب هو :

مثال 2

عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت $\text{CaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ موضوعة في جفنة كتلتها 11.47 g سخن تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فأصبحت 11.11 g ، فإذا علمت أن كتلة الجفنة فارغة 10 g أوجد الصيغة الجزيئية للعينة المتهدرة. ($\text{H}=1, \text{Cl}=35.5, \text{Ca}=40, \text{O}=16$)

كتلة كلوريد الكالسيوم المتهدرة = كتلة العينة قبل التسخين - كتلة الجفنة فارغة = $1.47 \text{ g} = 10 - 11.47$

كتلة كلوريد الكالسيوم = كتلة العينة بعد التسخين - كتلة الجفنة فارغة = $1.11 \text{ g} = 10 - 11.11$

كتلة ماء التبلر = كتلة كلوريد الكالسيوم المتهدرة - كتلة كلوريد الكالسيوم = $0.36 \text{ g} = 1.11 - 1.47$

CaCl_2	H_2O	خطوات الحل
1.11 g	0.36 g	كتلة المادة
$40 + (2 \times 35.5) = 111$	$2 + 16 = 18$	الكتلة المولية
$0.01 \text{ mol} = \frac{1.11}{111}$	$0.02 \text{ mol} = \frac{0.36}{18}$	عدد المولات
$1 = \frac{0.01}{0.01}$	$2 = \frac{0.02}{0.01}$	نسبة عدد المولات
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		الصيغة الجزيئية

مثال 3

احسب عدد مولات ماء التبلر في عينة من كبريتات الماغنسيوم المتهدرة، إذا علمت أنها تحتوي على 62.26% من كتلتها ماء تبلر. [$\text{H}=1, \text{Mg}=24, \text{S}=32, \text{O}=16$]

فكر معاً شوي :



ثانياً : طريقة الترسيب

الأساس العلمي :

تعتمد هذه الطريقة على أساس ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان في الماء ذو تركيب كيميائي معروف وثابت .

(خطوات طريقة الترسيب) :

① الترسيب : يتم ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان في الماء ذو تركيب كيميائي معروف وثابت .

② الترشيح : يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد

③ الحرق : تنقل ورقة الترشيح و عليها الراسب في بوتقة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب

④ الوزن : نعين كتلة الراسب ومنها يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب

تعريف ورقة الترشيح عديمة الرماد : نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد

(علل) لا يستخدم محلول قاعدي في التمييز بين دليل عباد الشمس ودليل الأزرق بروموثيمول ؟

لأن مكوناته تتطاير ولا تترك أي رماد وبذلك لا تؤثر على كتلة الراسب .

مثال 1

أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته 2g ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول

[O=16, S=32, Cl=35.5, Ba=137]

خطوات الحل :

① يجب كتابة معادلة التفاعل موزونة ثم تحسب الكتل المولية للمواد المطلوب .

② إيجاد العلاقة بينها وهي هنا كلوريد الباريوم وكبريتات الباريوم .



$$1.785\text{ g} = \frac{2 \times 208}{233} = (X) \text{ كتلة كلوريد الباريوم}$$

كيف نميز بين أملاح توجد في مجموعة واحدة

(١) التمييز بين كربونات وبيكربونات الصوديوم.

طريقة التمييز	كربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم
بإضافة محلول كبريتات الماغنسيوم	يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتكون راسب أبيض بعد التسخين

(٢) التمييز بين كبريتيد وكبريتات البوتاسيوم.

طريقة التمييز ①	كبريتيد البوتاسيوم	كبريتات البوتاسيوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S كريه الرائحة ويسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II)	يتصاعد غاز SO_2 له رائحة نفاذة ويخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم البرتقالية المحمضة بحمض الكبريتيك المركز

طريقة التمييز ②	كبريتيد البوتاسيوم	كبريتات البوتاسيوم
بإضافة محلول نترات الفضة	يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة	يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين

(٣) التمييز بين نيتريت وثيو كبريتات الصوديوم.

طريقة التمييز	نيتريت الصوديوم	ثيو كبريتات الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز أكسيد النيتريك NO عديم اللون يتحول إلى البني المحمر عند فوهة الأنبوبة	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 له رائحة نفاذة مع ظهور راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول

(٤) التمييز بين كبريتات وثيو كبريتات الصوديوم.

طريقة التمييز	كبريتات الصوديوم	ثيو كبريتات الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز SO_2 له رائحة نفاذة ويخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم البرتقالية المحمضة بحمض الكبريتيك المركز	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 له رائحة نفاذة مع ظهور راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول

(٥) التمييز بين كربونات والنيترات الصوديوم.

طريقة التمييز	كربونات الصوديوم	نيترات الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير إذا أمر فيه الفترة قصيرة	يتصاعد غاز أكسيد النيتريك يتحول إلى بني محمر عند فوهة الأنبوبة .

(٦) التمييز بين كبريتيك وبيكربونات الصوديوم .

طريقة التمييز	كبريتيك الصوديوم	بيكربونات الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز كبريتيك الهيدروجين كريح الرائحة ويسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص	يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير إذا أمر فيه لفترة قصيرة

(٧) التمييز بين كلوريد ويوديد الصوديوم.

طريقة التمييز ①	كلوريد الصوديوم	يوديد الصوديوم
بإضافة حمض الكبريتيك المركز	يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون والذي يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بمحلول النشادر	يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون والذي يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بمحلول النشادر

طريقة التمييز ②	كلوريد الصوديوم	يوديد الصوديوم
بإضافة محلول نترات الفضة	يتكون راسب أبيض يصير بنفسجيا في ضوء الشمس ويذوب بسرعة في محلول النشادر	يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشادر

(٨) التمييز بين بروميد ويوديد الصوديوم.

طريقة التمييز ①	بروميد الصوديوم	يوديد الصوديوم
بإضافة حمض الكبريتيك المركز	يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين الذي يتأكسد جزئيا بفعل حمض الكبريتيك وتتفصل منه أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب إصفرار الورقة المبللة بمحلول النشا	يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئيا بفعل حمض الكبريتيك وتتفصل منه أبخرة اليود التي تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتزرق ورقة مبللة بمحلول النشا

طريقة التمييز ②	بروميد الصوديوم	يوديد الصوديوم
بإضافة محلول نترات الفضة	يتكون راسب أبيض مصفر يصبح داكنة عند تعرضه للضوء ويذوب ببطء في محلول النشادر	يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشادر

(٩) التمييز بين بوديد ونترات الصوديوم.

طريقة التمييز	بوديد الصوديوم	نترات الصوديوم
بإضافة حمض الكبريتيك المركز	يتصاعد غاز بوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئية بفعل حمض التي تترق ورقة ميللة بمحلول النشا	يتصاعد غاز ثاني أكسيد النيتروجين ذو اللون البني المحمر نتيجة التفكك حمض النيتريك وتزداد كثافة اللون بإضافة خراطة النحاس

(١٠) التمييز بين كبريتات وفوسفات الصوديوم

طريقة التمييز	كبريتات الصوديوم	فوسفات الصوديوم
بإضافة محلول كلوريد الباريوم	يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف

(١١) التمييز بين كبريتات وفوسفات الباريوم

طريقة التمييز	كبريتات الباريوم	فوسفات الباريوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	لا يذوب الملح في الحمض المخفف	يذوب الملح في الحمض المخفف

(١٢) التمييز بين كلوريد الألومنيوم و كلوريد الحديد II

طريقة التمييز	كلوريد الألومنيوم	كلوريد الحديد II
بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم	يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم	يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II

(١٣) التمييز بين كلوريد الحديد III و كلوريد الحديد II .

طريقة التمييز	كلوريد حديد III	كلوريد الحديد II
بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم	يتكون راسب جيلاتيني بني محمر من هيدروكسيد الحديد III	يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد II

كيف نميز بين أملاح لا توجد في مجموعة واحدة

(١) التمييز بين كبريتيد وكلوريد الصوديوم.

طريقة التمييز ①	كبريتيد الصوديوم	كلوريد الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين كريه الرائحة ويسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص	لا يحدث تفاعل

طريقة التمييز ②	كبريتيد الصوديوم	كلوريد الصوديوم
بإضافة محلول نترات الفضة	يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة	يتكون راسب أبيض يصير بنفسجياً في ضوء الشمس و يذوب بسرعة في محلول النشادر

(٢) التمييز بين نيتريت ونترات الصوديوم.

طريقة التمييز ①	نترات الصوديوم	نيتريت الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز أكسيد النيتريك يتحول إلى بني محمر عند فوهة الأنبوبة .	لا يحدث تفاعل

طريقة التمييز ②	نيتريت الصوديوم	نترات الصوديوم
بإضافة كبريتات حديد II حديثة التحضير + حمض كبريتيك مركز	لا يحدث تفاعل	تتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل تزول بالرج أو بالتسخين

طريقة التمييز ③	نيتريت الصوديوم	نترات الصوديوم
بإضافة برمنجانات البوتاسيوم المحمضة	يزول اللون البنفسجي	لا يحدث تفاعل

(٣) التمييز بين كبريتات وبروميد الصوديوم

طريقة التمييز	كبريتات الصوديوم	بروميد الصوديوم
بإضافة حمض الكبريتيك المركز	لا يحدث تفاعل	يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين الذي يتأكسد جزئية بفعل حمض الكبريتيك وتتصاعد أبخرة برتقالية حمراء تسبب إصفرار الورقة المبللة بمحلول النشا

(٤) التمييز بين يوديد وفوسفات الصوديوم.

طريقة التمييز (1)	يوديد الصوديوم	فوسفات الصوديوم
بإضافة حمض الكبريتيك المركز	بإضافة حمض الكبريتيك المركز يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئية بفعل حمض الكبريتيك المركز وتنفصل أبخرة اليود التي تترك ورقة مبللة بمحلول النشا	لا يحدث تفاعل

طريقة التمييز (2)	كبريتات الصوديوم	بروميد الصوديوم
بإضافة محلول نترات الفضة	يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب في محلول النشادر	يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب في محلول النشادر وحمض النيتريك

(٥) التمييز بين يوديد وفوسفات فضة.

طريقة التمييز	يوديد الفضة	فوسفات الفضة
بإضافة محلول النشادر	يتسبب الملح	يذوب الملح

(٦) التمييز بين كبريتات وكبريتات الصوديوم.

طريقة التمييز	كبريتات الصوديوم	كبريتات الصوديوم
بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف	لا يحدث تفاعل	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت له رائحة نفاذة ويخضر الورقة المبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة

(٦) التمييز بين كلوريد الألومنيوم وكلوريد صوديوم.

طريقة التمييز	كلوريد الألومنيوم	كلوريد الصوديوم
بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم	يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم	لا يحدث تفاعل

(٧) التمييز بين هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الألومنيوم

طريقة التمييز	هيدروكسيد الصوديوم	هيدروكسيد الألومنيوم
بإضافة محلول كل منهما إلى محلول كبريتات الألومنيوم تدريجياً	يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الزيادة من هيدروكسيد الصوديوم	يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الزيادة من هيدروكسيد الألومنيوم

كيف نميز بين الأحماض

(١) التمييز بين حمض الكبريتيك والفوسفوريك .

طريقة التمييز	حمض الكبريتيك	حمض الفوسفوريك
بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم محلول كلوريد الباريوم	راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف	راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف

ملخص كيف تمييز بين بدون استخدام كواشف

(١) التمييز بين كلوريد الفضة وكلوريد الصوديوم

طريقة التمييز	كلوريد الفضة	كلوريد الصوديوم
بإضافة مقدار من الماء	لا يذوب	يذوب

(٢) التمييز بين كلوريد الرصاص II وكلوريد الصوديوم

طريقة التمييز	كلوريد الرصاص II	كلوريد الصوديوم
بإضافة مقدار من الماء	لا يذوب	يذوب

(٣) التمييز بين بيكربونات ماغنسيوم والبيوتاسيوم

طريقة التمييز	بيكربونات بوتاسيوم	بيكربونات ماغنسيوم
بتسخين كل منهما تسخيناً شديداً	لا يظهر راسب لتكون كربونات البوتاسيوم التي تذوب في الماء	يظهر راسب أبيض لتكون كربونات الماغنسيوم التي لا تذوب في الماء

الجدول التالي يوضح المقارنة بين نقطة التكافؤ ونقطة التعادل :

نقطة التكافؤ	نقطة التعادل	
هي النقطة التي يكون عندها حجم المحلول القياسي المضاف مكافئاً كيميائياً لكمية المادة المجهولة	هي نقطة نهاية التفاعل بين الحمض والقاعدة وعند الوصول إليها يتم تحديد تركيز المادة المجهولة	التعريف
① عن طرق كاشف مناسب يتغير لونه ② استخدام PH		التعرف عليها
نقطة التكافؤ = نقطة التعادل	حمض قوي - قاعدة قوية	العلاقة بينهم
نقطة التكافؤ > نقطة التعادل	حمض قوي - قاعدة ضعيفة	
نقطة التكافؤ < نقطة التعادل	حمض ضعيف - قاعدة قوية	

الأدلة : هي مواد كيميائية تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل (نقطة التعادل) ويتغير لونها بتغيير وسط التفاعل .

أهمية الدليل (الكاشف) : يستخدم في التعرف على نقطة نهاية التفاعل

الأدلة المستخدمة في تفاعلات التعادل :

الدليل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط المتعادل	اللون في الوسط القاعدي	المدى	الوسط المستخدم في قياسه
الميثيل البرتقالي	أحمر	برتقالي	أصفر	3.1-4.4	قاعدة ضعيفة - حمض قوي
الفينولفثالين	عديم اللون	عديم اللون	أحمر	8.3-10	قاعدة قوية - حمض ضعيف
عباد الشمس	أحمر	أرجواني	أزرق	---	قاعدة قوية - حمض قوي
أزرق برونيمول	أصفر	أخضر فاتح	أزرق	6.0-7.6	قاعدة قوية - حمض قوي

ملاحظات :

للتفرقة بين :

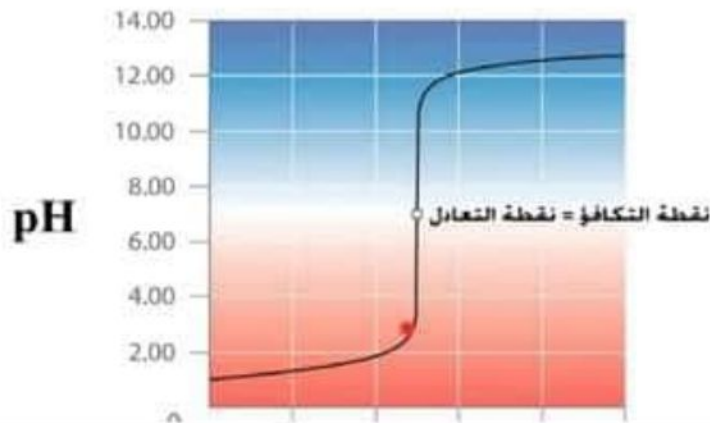
- ① حمض قوي وقاعدة قوية : تصلح جميع الأدلة
- ② حمض ضعيف وقاعدة قوية : يستخدم دليل الفينولفثالين
- ③ حمض قوي وقاعدة ضعيفة : يستخدم دليل الميثيل البرتقالي
- ④ حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة : لا يصلح أي من الأدلة البسيطة المعروفة .

بعض الأمثلة على تفاعلات المعايرة وتوضيح الأدلة المستخدمة والفرق بين نقطة التكافؤ والتعادل :

① معايرة حمض HCl (حمض قوى) بمحلول NaOH (قاعدة قوية) :

الحمض	القاعدة	الدليل المستخدم	نقطة التكافؤ والتعادل
HCl	NaOH	أي من الأدلة الأربعة يصح	نقطة التكافؤ = نقطة التعادل نقطة التكافؤ = 7

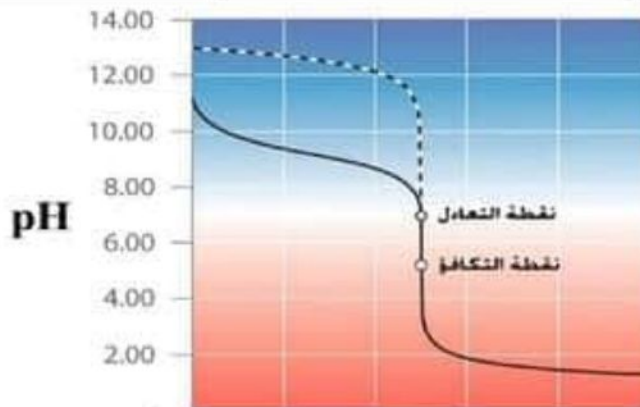
الرسم البياني الموضح :



② معايرة حمض HCl (حمض قوى) بمحلول NH₄OH (قاعدة ضعيفة) :

الحمض	القاعدة	الدليل المستخدم	نقطة التكافؤ والتعادل
HCl	NH ₄ OH	الميثيل البرتقالي أو الأحمر	نقطة التكافؤ > نقطة التعادل نقطة التكافؤ > 7

الرسم البياني الموضح :



(2) معايرة حمض CH_3COOH (حمض ضعيف) بمحلول NaOH (قاعدة قوية) :

نقطة التكافؤ والتعادل	الدليل المستخدم	القاعدة	الحمض
نقطة التكافؤ < نقطة التعادل نقطة التكافؤ < 7	فينول فيثالين – أزرق ثيمول	NaOH	CH_3COOH

الرسم البياني الموضح :

سلسلة الأيوباك تتمنى لكم دوام التوفيق والنجاح
أ/ إبراهيم أبو الغيط